

Perichondrial arthroplasty of the knee : results and attempts for improvement since 1986

Citation for published version (APA):

Bouwmeester, S. J. M. (1999). *Perichondrial arthroplasty of the knee : results and attempts for improvement since 1986*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Universiteit Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.19990101sb>

Document status and date:

Published: 01/01/1999

DOI:

[10.26481/dis.19990101sb](https://doi.org/10.26481/dis.19990101sb)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

SUMMARY

Chapter 1 deals with some aspects of the biology and structure of normal articular cartilage. The processes occurring during wound healing in articular cartilage and the problems encountered in the repair of articular cartilage defects are discussed. A short survey of repair techniques is given.

In chapter 2, methods of biological repair are mentioned, varying from osteotomies, drilling or shaving to different grafting techniques. Some advantages and disadvantages of osteochondral allografts and autografts are shown. Cell transplantation techniques like chondrocyte transfer or mesenchymal stem cell transfer are discussed. Finally, some aspects concerning the use of periosteum, perichondrium and artificial scaffolds are given.

The history of perichondrial arthroplasty is highlighted in chapter 3. Already in 1878 the potential of perichondrium to form cartilage was documented. Application of perichondrium started in 1972, when rabbit ear perichondrium was used. Until now many researchers used perichondrium in different clinical and animal studies with varying successes.

The aims of this thesis are discussed in chapter 4. An important question is why some patients performed so well after they had undergone a perichondrial arthroplasty and why others did not. Fixation and calcification problems had to be studied as well as the best criteria for performing a perichondrial arthroplasty. Finally, the most important question was which technique was superior: perichondrial arthroplasty or the old-fashioned debridement and drilling.

Chapter 5 describes perichondrial grafting for cartilage lesions of the knee in twenty-five patients with 30 chondral lesions. The mean Hospital for Special Surgery knee Score (HSSS) changed from 73 before the operation to 90 one year after; in 14 patients evaluated after two years there was no decrease. We concluded that in most cases, perichondrial arthroplasty of cartilage defects in the knee gave excellent short-term results.

In chapter 6 the long-term results of rib perichondrial grafts for the repair of articular cartilage defects in the human knee were studied. Eighty-eight patients operated upon between 1986 and 1992 were evaluated by assessing knee function, radiographs, arthroscopy and the patient's subjective opinion. The results after a mean follow-up of 52 months were good in 38%, fair in 8% and poor in 55%. Failures were caused by growth of the graft above the surrounding cartilage, which also felt hard at arthroscopy. Previous drilling or shaving of a defect, concomitant osteoarthritis, older age and a long history of complaints proved to be contra-indications. Good results were seen in 91% of isolated defects.

In order to improve the fixation and to prevent the calcification of the perichondrial graft some studies were performed with a polymer. Chapter 7 describes the use of Polyactive™ (PA) as a bone-filling substance. An experimental study in rabbits was performed and the biocompatible, osteoconductive and resorbable polymer was investigated for its performance as a bone-graft substitute. PA70/30 and PA60/40 were investigated, both before and after being incubated with allogenic bone marrow. Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) and image analysis of histological sections were performed. DXA revealed an increased bone mineral density in the filled defects compared to the controls, both at the defect and immediately proximal and distal of the defect. PA70/30 seemed to be more suitable compared to PA60/40, because the highest amount of bone was formed within the shortest period of time. Incubation of PA with allogenic bone marrow resulted in inflammatory reactions at the sites of implantation. The conclusion was that PA70/30 and PA60/40 were suitable bone-graft substitutes.

In chapter 8 quantitative histological analysis of bony ingrowth was performed within Polyactive™ implanted in different bone locations. PA60/40 was implanted in three different bone locations in the rabbit: in the cortex, in bone marrow and in trabecular subchondral bone. The ingrowth of bone was investigated by histology and image analysis and was observed in the PA60/40 placed in the cortex from 4 weeks onwards. After 8 weeks, more than 90% of the pores of the biomaterial were filled with dense bone. In bone marrow, initially some bone formation was seen, but after 26 weeks, all newly formed bone was resorbed. Subchondral bone formation was less than in the cortex of the femur, but somewhat comparable to the amount of bone found in healthy trabecular bone. Degradation of the biomaterial did not affect bone formation.

Chapter 9 describes the results of 22 biopsies of tissue formed after approximately one year after a perichondrium transplantation. This operation was performed from 1986 to 1992 on 88 patients (introduced in chapter 6) with articular defects in the knee. Biopsies were only taken when at that time a partial failure was present, or a clear failure resulting in fibrocartilage, a loose flap or a loose body. Histological analysis showed the presence of normal hyaline cartilage in 11/22 patients. Biochemical analysis showed that more than 56% of the collagen present was type II collagen. Biopsies from patients with an isolated cartilage defect and an otherwise healthy knee showed normal hyaline cartilage in 93% (13/14) of the cases. Analysis of biopsies from failed transplants found in patients with additional anomalies in the knee showed fibrocartilage with mainly type I collagen.

Chapter 10 describes the ten year follow-up of human perichondrial grafting versus debridement and drilling of cartilage defects in the knee. From 1986 to 1992, the already described group of eighty-eight patients with articular cartilage defects in the knee were treated with a perichondrial transplantation (PT). Fourteen patients met the revised inclusion criteria: age under forty years, no previous drilling or shaving of the defect, no more than one graft at the time of operation and no more than osteoarthritis grade two in other parts of the knee. Using the same inclusion criteria, a second group of eleven patients was formed, who underwent an arthrotomy and debridement and drilling of the cartilage defect. The results of both procedures after ten to eleven years were evaluated with the Hospital for Special Surgery knee Score, X-ray examination, by clinical examination and by Visual Analogue Scale. This study shows that ten years after treatment, perichondrium transplantation does not do better than open debridement and drilling.

Chapter 11 of this thesis is the discussion. Here some reflections are given on the future possibilities of dealing with articular cartilage defects. The most important issue is the fact that orthopaedic surgeons must carefully look for scientific evidence before recommending new procedures to their patients. To offer a new form of treatment, we must be certain that it is better than existing modalities, and that the results maintain good over time.

SAMENVATTING

Hoofdstuk 1 geeft een overzicht van enkele aspecten van de biologie en de structuur van normaal gewrichtskraakbeen. De processen die optreden bij wondgenezing in gewrichtskraakbeen met de bijbehorende problemen worden beschreven. Een kort overzicht wordt gegeven van operatieve technieken.

In hoofdstuk 2 worden de operatieve mogelijkheden voor het herstel van kraakbeendefecten beschreven. Enkele voor- en nadelen van osteochondrale allografts en autografts komen aan bod. Technieken waarbij gebruikt wordt gemaakt van transplantatie van cellen, zoals chondrocyten en mesenchymale cellen, worden toegelicht. Tot slot volgen enkele opmerkingen over het gebruik van periosteum, perichondrium en artificial scaffolds.

De geschiedenis van de transplantatie van perichondrium wordt belicht in hoofdstuk 3. Al in 1878 werd de potentie van perichondrium om kraakbeen te vormen gerapporteerd. Klinische toepassing van perichondrium begon in 1972 toen perichondrium van het oor van een konijn werd gebruikt. Tot nu toe hebben vele onderzoekers perichondrium met wisselend succes gebruikt in klinische onderzoeken en experimenten met dieren.

Het doel van dit proefschrift wordt beschreven in hoofdstuk 4. Een belangrijke vraag is waarom sommige patiënten het zo goed deden na een perichondrium transplantatie en anderen niet. De fixatie en de verkalking van perichondrium transplantaten alsmede de beste criteria voor het uitvoeren van deze operatie moesten worden onderzocht. De belangrijkste vraag was welke operatie de voorkeur verdiende: de perichondrium transplantatie of de aloude operatie waarbij het subchondrale bot wordt opgeboord.

Hoofdstuk 5 beschrijft een studie waarin 25 patiënten met 30 kraakbeenletsels werden geopereerd door middel van een perichondrium transplantatie. De gemiddelde kniescore (Hospital for Special Surgery knee Score, HSSS) nam toe van 73 voor de operatie tot 90 een jaar later. In 14 patiënten die na twee jaar geëvalueerd werden, werd geen verslechtering geconstateerd. Onze conclusie was dat perichondrium

transplantaties voor kraakbeendefecten in de meeste gevallen uitstekende korte termijn resultaten gaven.

De resultaten op lange termijn van perichondrium transplantaten voor het herstel van kraakbeendefecten worden beschreven in hoofdstuk 6. Achtentachtig patiënten die geopereerd werden tussen 1986 en 1992 werden geëvalueerd. Er werd gebruik gemaakt van klinisch onderzoek, röntgenfoto's, arthroscopieën en de subjectieve mening van de patiënten. Na een follow-up van gemiddeld 52 maanden waren de resultaten bij 38% van de patiënten goed, matig bij 8% en slecht bij 55%. Transplantaten die faalden groeiden uit boven het niveau van het kraakbeen in de omgeving en voelden hard aan tijdens de arthroscopie. Contra-indicaties voor het uitvoeren van deze operatie waren voorafgaande operaties zoals nettoyage of opboren van het defect, reeds aanwezige arthrose ten tijde van de operatie, leeftijd hoger dan 40 en een langere voorgeschiedenis. Een goed resultaat werd gevonden bij 91% van de patiënten met een geïsoleerd defect.

Met het doel de fixatie te verbeteren en de calcificatie tegen te gaan werd een studie verricht met een polymeer. Hoofdstuk 7 beschrijft het gebruik van Polyactive™ (PA) als een middel om botdefecten te vullen. Er werd experimenteel onderzoek verricht in konijnen. De biocompatibele, botgeleidende en resorbeerbare eigenschappen van Polyactive™ (PA) werden onderzocht. PA 70/30 en PA 60/40 werden gebruikt, beide voor en na te zijn geïncubeerd met allogene beenmerg. Dual energy X-ray absorptiometrie (DXA) en image analysis van histologische coupes werd uitgevoerd. DXA liet een toename zien van de botdichtheid in de gevulde defecten vergeleken met de controles; in het defect, proximaal en distaal hiervan. PA 70/30 gaf de indruk beter bruikbaar te zijn dan PA 60/40, omdat het meeste bot werd gevormd in de kortste tijd. Incubatie van PA met allogene beenmerg gaf ontstekingsreacties in het gebied van implantatie. De conclusie van dit onderzoek was dat zowel PA 70/30 als PA 60/40 bottransplantaties kunnen vervangen.

In hoofdstuk 8 is kwantitatieve, histologische analyse verricht van de ingroei in bot van Polyactive™ (PA) geïmplantéerd in verschillende lokaties. PA 60/40 werd in drie verschillende locaties getransplanteerd: in de cortex, in het merg en in het subchondrale bot. De ingroei van bot werd geëvalueerd door histologie en image analysis. Ingroei van bot in PA 60/40 geïmplantéerd in de cortex werd gezien vanaf 4 weken. Na 8 weken was meer dan 90% van de porieën van het biomateriaal gevuld met bot. In het beenmerg werd aanvankelijk ook botvorming gezien, echter na 26

weken was dit geheel verdwenen. De botvorming in PA 60/40 in het subchondrale bot was minder dan in de cortex, maar wel vergelijkbaar met de botvorming die in gezond spongieus bot werd gevonden. Degradatie van het biomateriaal had geen nadelige effecten op de vorming van bot.

Van 1986 tot 1992 werden 88 patiënten (geïntroduceerd in hoofdstuk 6) met kraakbeendefecten behandeld met een perichondrium transplantatie. Hoofdstuk 9 beschrijft de resultaten van 22 weefselbiopten gevormd door het perichondrium na ongeveer een jaar. Er werden alleen bipten genomen als er sprake was van loslating van het transplantaat, een evident slecht resultaat door de vorming van fibreus kraakbeen of een corpus liberum. Histologische evaluatie liet de aanwezigheid van normaal hyalien kraakbeen zien in 11/22 patiënten. Uit de biochemische analyse kwam naar voren dat meer dan 56% van het aanwezige collageen van het type II was. Bipten van patiënten met een geïsoleerd kraakbeendefect en voor de rest niet afwijkend gewricht lieten hyalien kraakbeen zien in 93% (13/14) van de gevallen. Analyse van de bipten van mislukte transplantaten die genomen waren bij patiënten met additionele afwijkingen in de knie lieten fibreus kraakbeen zien met hoofdzakelijk type II collageen.

Hoofdstuk 10 beschrijft de resultaten van een vergelijkende studie na tien jaar tussen perichondrium transplantaties en nettoyages waarbij het defect werd opgeboord. Veertien patiënten van de voornoemde 88 voldeden aan de criteria die van te voren werden opgesteld: leeftijd lager dan veertig jaar, geen voorgeschiedenis van nettoyage of opboren, niet meer dan één defect ten tijde van de operatie en niet meer dan arthrose graad 2 in de rest van de knie. Een tweede groep van patiënten die voldeden aan dezelfde inclusie criteria werd gevormd uit patiënten die een open nettoyage met opboren van het defect hadden ondergaan. De resultaten van de beide operaties na tien jaar werden geëvalueerd door middel van de Hospital for Special Surgery knee Score, röntgenonderzoek, klinisch onderzoek en door het gebruik van een Visual Analogue Scale. Uit deze studie kwam naar voren dat de resultaten na tien jaar van perichondrium transplantaties niet beter waren dan die van open nettoyages waarbij het defect werd opgeboord.

Hoofdstuk 11 beschrijft mogelijke toekomstige behandelingen voor kraakbeen-defecten. Het belangrijkste blijft echter de kritische blik van de orthopaedisch chirurg naar de wetenschappelijke waarde en de lange termijn resultaten van hetgeen wordt gepresenteerd voordat dit aan patiënten wordt aangeboden.